Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Zur Anatomie und Physiologie der pflanzlichen Brennhaare.

Von Prof. Dr. **G. Haberlandt** in Graz.

(Mit 2 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 4. Februar 1886.)

Obgleich die pflanzlichen Brennhaare bekanntlich zu den am häufigsten untersuchten Organen gehören, so sind doch sowohl in anatomischer wie in physiologischer Hinsicht mehrere Punkte unerörtert oder doch unerledigt geblieben, auf welche nun in der vorliegenden Arbeit näher eingegangen werden soll. Für die freundliche Unterstützung mit Untersuchungsmaterial bin ich den Herren Prof. Dr. Eichler in Berlin und Prof. Dr. Leitgeb zu bestem Danke verpflichtet. Abgesehen von den beiden *Jatropha*-Arten, sowie von *Urtica pilulifera* und *membranacea*, von welchen mir blos Herbar-Exemplare zu Gebote standen, konnten alle Objecte theils frisch, theils in Alkohol conservirt untersucht werden.

I. Die zweckmässigen mechanischen Einrichtungen im Bau der Brennhaarspitzen.

Es ist eine schon längst bekannte Eigenthümlichkeit fast aller echten Brennhaare, dass ihre Spitze mit einer kleinen, köpfchenförmigen Anschwellung endigt, welche in den meisten Fällen schief aufsitzt und die schon von älteren Forschern mit der Function des Brennhaares, beziehungsweise mit dem Abbrechen seiner Spitze, in Beziehung gebracht wurde. So spricht schon Schleiden[1] von dem „höchst interessanten Mechanismus“ der Brennhaare und hebt hervor, dass das in Rede stehende Köpfchen bei der Berührung sehr leicht abbricht, worauf die geeöffnete Spitze in den berührenden Körper eindringen kann. In gleicher Weise äussert sich H. v. Mohl,[2] welcher bekanntlich

[1] Grundzüge der wissensch. Botanik, 2. Auflage, I. Theil, pag. 269.

[2] Bot. Zeitung 1861, pag. 219.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

nachwies, dass der obere Theil der Brennhaare von *Urtica dioica* sehr stark verkieselte Wände besitzt, woraus sich erklärt, dass derselbe so spröde ist und das Köpfchen leicht abbrechen kann.[1]

Ich stellte mir nun die Frage, ob nicht das Abbrechen des Köpfchens, abgesehen von der Sprödigkeit der Wände, auch noch durch besondere anatomische Eigenthümlichkeiten unterstützt und erleichtert wird und in wie weit überhaupt im Bau der Brennhaarspitze das Zweckmässigkeits-Princip zur Geltung gelangt. In der Literatur ist hierüber, wenn man von den oben citirten, ganz allgemein gehaltenen Angaben absieht, nichts weiter zu finden. Die zahlreichen Abbildungen ganzer Brennhaare von *Urtica, Loasa* etc. können in dieser Hinsicht keine Andeutungen geben, da dieselben natürlich bei zu schwachen Vergrösserungen gezeichnet wurden. Allein auch die Abbildungen stark vergrösserter Brennhaarspitzen mit ihren Köpfchen, wie sie z. B. Duval-Jouve[2] und Martinet[3] gezeichnet haben, liefern uns für die Beantwortung der obigen Frage keine Anhaltspunkte; sie stellen nämlich die Brennhaarspitze sammt dem Köpfchen mit ganz gleichmässig verdickten Wänden dar. Dass dies nicht richtig ist, wird sich aus dem Nachfolgenden ergeben.

Die von mir angestellten Beobachtungen erstreckten sich auf Vertreter der Gattungen *Urtica, Laportea* (Urticaceen), *Loasa,*

---

[1] Bei den Brennhaaren von *Urtica dioica* und *U. urens* sind, wie man sich durch Anwendung von concentrirter Schwefelsäure und nachherigem Zusatz von 20percentiger Chromsäure (Verfahren von Crüger und Miliarakis) überzeugen kann, die Wandungen des Köpfchens und des daran grenzenden Haartheiles in ihrer ganzen Dicke verkieselt. Weiter nach abwärts zu nimmt die Dicke der verkieselten Partie der Wand rasch ab; das Kieselskelet besteht schliesslich nur mehr aus einem dünnen Häutchen, der äussersten Cuticularschicht. Die Grenze zwischen den verkieselten und nicht verkieselten Wandpartien ist eine sehr scharfe und tritt nach Schwefelsäurezusatz sehr deutlich hervor. (Taf. I Fig. 5.) Die nicht verkieselten Wandungstheile sind bis zum Bulbus des Brennhaares hinab mit kohlensaurem Kalk imprägnirt, wodurch die Steifheit des Haares natürlich erhöht wird.

[2] Étude sur les stimulus d'ortie, Bulletin de la soc. bot. de France. T. XIV, 1867, Pl. I, Fig. 11.

[3] Organes de sécrétion des végétaux, Annales d. sciences nat., Bot. V. S, T. XIV, 1872, Fig. 204, 215.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Blumenbachia, *Cajophora* (Loasaceen), *Jatropha* (Euphorbiacee) und *Wigandia* (Hydroleacee).

Bei *Urtica dioica* ist das schief aufsitzende Köpfchen der Brennhaare von mehr oder minder kugelförmiger Gestalt. (Taf. I, Fig. 1, 2, 3.) Knapp unter demselben erscheint das Haar gegen das Köpfchen zu gekrümmt, was namentlich an der convexen Seite deutlich ausgeprägt ist. Betrachtet man das Köpfchen in der Seitenansicht, so fällt bei hinreichender Vergrösserung sofort die ungleichmässige Verdickung seiner Wände auf: an der convexen Seite bemerkt man knapp über der schwachen, halsartigen Einschnürung des Haarendes eine mehr oder minder stark verdünnte Stelle, welche ziemlich schmal ist und die sich von den verdickten Wandungstheilen häufig sehr scharf abhebt. Die Ausbildung derselben zeigt gewisse Verschiedenheiten, welche am besten durch die Abbildungen verdeutlicht werden. An dieser dünnen Stelle erreicht die Wandung höchstens eine Dicke von 1—2 Mikromm., während die angrenzenden Wandpartien 3—5 Mikromm. dick sind. Auf der concaven Seite bleibt die Wandung gleichfalls dünner, doch ist der Dickenunterschied hier nicht so gross, die dünne Stelle ist bedeutend breiter und geht zudem allmälig in die stärker verdickten Wandpartien über.

Man kann sich nun sehr leicht die Gewissheit verschaffen, dass das normale Abbrechen des Köpfchens[1] stets in einer Verbindungslinie dieser dünnwandigen Stellen von statten geht; diese Linie verläuft vom oberen Rande der verdünnten Stelle auf der convexen Seite schief nach abwärts, wie aus Fig. 1 ersichtlich ist. Die Abbruchstelle ist demnach nicht blos durch die Umrisslinien des Haarendes, sondern vor Allem durch den Bau der Wand vorgezeichnet. Die in Rede stehende Einrichtung hat aber nicht blos die Aufgabe, das Abbrechen zu erleichtern, sie bezweckt überdies, der in den berührenden Körper eindringenden Haarspitze eine für diesen Zweck möglichst günstige

[1] An Herbarexemplaren von Pflanzen, welche mit Brennhaaren versehen sind, findet man die Spitzen der letzteren oft in ganz unregelmässiger Weise abgebrochen, da durch das Austrocknen die Sprödigkeit der Wände sehr erhöht wird.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Gestalt zu geben. Dadurch, dass das Abbrechen nicht querüber, sondern stets schief abwärts zu erfolgt, wird zunächst eine überaus scharfe Spitze geschaffen, unterhalb welcher erst in seitlicher Lage die Öffnung auftritt, aus welcher die brennende Substanz entleert wird. (Taf I, Fig. 4.) So erscheint die geöffnete Brennhaarspitze nach demselben Modelle construirt, wie die sogenannten Einstichcanülen, mit welchen der Mediziner subcutane Injectionen vornimmt, oder wie die Giftzähne der Schlangen.

Ganz ähnlich ist die Brennhaarspitze von *Urtica urens* (Fig. 9—11) und *Urtica membranacea* (Fig. 13) gebaut. Dasselbe gilt für die grossen, starken Brennhaare von *Urtica pilulifera* (Fig. 12), deren Köpfchen jedoch nicht von kugeliger, sondern von birnförmiger Gestalt sind. Bei *Laportea gigas* (Fig. 17) sind die Köpfchen eiförmig und nicht so schief gestellt wie bei den *Urtica*-Arten. Die Abbruchstelle zeigt jedoch denselben Bau.

Bei *Loasa papaverifolia* ist das Köpfchen der Brennhaare so klein, dass es sich von dem übrigen Theile des Haarendes gar nicht abgliedert: der Endtheil des Haares erscheint gekrümmt und an der Spitze abgerundet. (Taf. II, Fig. 5 und 6.) Die für die Nessel-Brennhaare charakteristischen Eigenthümlichkeiten treten aber auch hier in deutlichster Ausbildung auf. Die Wand der abgerundeten Spitze ist relativ sehr stark verdickt (4—5 Mikromm.); dann folgt auf der convexen Seite die verdünnte Stelle, welche meistens schmal und 1·5—2 Mikromm. dick ist. Die angrenzende Partie der Zellwand, welche nach dem Abbrechen des Köpfchens die in den berührenden Körper eindringende scharfe Spitze bildet, ist stärker verdickt, als die noch weiter rückwärts gelegenen Zellwandpartien, was zweifelsohne als eine vortheilhafte, das Eindringen in den fremden Körper noch mehr sichernde Einrichtung aufzufassen ist. Auf der concaven Seite zeichnet sich die verdünnte Zellwandpartie, welche mehr oder minder weit hinabreicht, durch besondere Zartheit aus; ihre Dicke beträgt nicht einmal 1 Mikromm.

Die zum Abbrechen des Köpfchens erforderliche Sprödigkeit der Membran wird bei *Loasa papaverifolia* sowie bei den übrigen Loasaceen nicht durch Verkieselung, sondern durch reichliche

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Einlagerung von kohlensaurem Kalk hervorgerufen. Nach Zusatz von Schwefelsäure tritt starke Kohlensäureentwickelung ein und im Lumen des Haares bilden sich zahlreiche Gypsnadeln. Die aufquellende Membran ist sehr schön geschichtet und wird nach Zusatz von 20%iger Chromsäure-Lösung bis auf die äussersten Cuticularlamellen, welche ein dünnes verkieseltes Häutchen bilden, gelöst. Dieses Kieselhäutchen zeichnet sich auf dem Köpfchen, sowie auf dem in den berührenden Körper eindringenden, stärker verdickten Wandungstheile durch grössere Dicke aus.

Bei *Jatropha stimulata* (Taf. II, Fig. 14—17) begegnen wir wieder beinahe genau denselben Einrichtungen wie bei *Urtica* und der besprochenen *Loasacee*. Die Brennhaare, von welchen namentlich der Blattstiel dicht besetzt ist, sind sehr kräftig und circa 4 Mm. lang. Der Durchmesser des der gekrümmten Spitze schief aufsitzenden Köpfchens beträgt circa 34 Mikromm., während er bei *Urtica dioica* blos circa 18 Mikromm. erreicht. Auf der concaven Seite ist die Wandung unter dem Köpfchen wieder sehr dünn (1·5—2 Mikromm.), was gegenüber der Dicke der Köpfchenwand (5—6 Mikromm.) und der nach unten zu angrenzenden Zellwandpartie (10—12 Mikromm.) besonders auffällt. Auf der convexen Seite beobachtet man wieder die schon bei *Loasa papaverifolia* aufgefundene starke Verdickung des die Verletzung bedingenden Wandungstheiles. Dagegen fehlt bei den *Jatropha*-Brennhaaren die verdünnte Stelle auf der convexen Seite; dieselbe ist nicht einmal andeutungsweise vorhanden. Wenn man nun Haare mit abgebrochener Spitze untersucht, so findet man, dass auf der convexen Seite das Abbrechen stets an der Einschnürungsstelle unter dem Köpfchen erfolgte, d. i. an jener Stelle, wo die Verdickungsschichten der Wandung eine scharfe Knickung erfahren haben. Wenn man auf das intacte Brennhaar ein Quellungsmittel einwirken lässt, so tritt diese Knickung der Zellwandschichten sehr deutlich hervor. (Taf. II, Fig. 18.)

Im Bau der Brennhaarspitzen von *Jatropha stimulata* macht sich, unbeschadet der besprochenen Einrichtungen, ein gewisser Polymorphismus geltend, wie aus den Abbildungen 14, 15, 16 ersichtlich ist. Fig. 14 repräsentirt den typischen Fall.

Die Sprödigkeit und Steifheit der Membran wird bei den *Jatropha*-Brennhaaren nicht durch Verkieselung oder Verkalkung,

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

sondern durch sehr starke Verholzung hervorgerufen. Schwefelsaures Anilin bewirkt intensive Gelbfärbung, deren Eintritt man durch Zerstückelung des Haares beschleunigt.

Die Brennhaare von *Jatropha urens* schliessen sich denen von *Jatropha stimulata* in jeder Hinsicht an.

Es ist gewiss überraschend, dass bei Pflanzen, welche so verschiedenen Familien angehören, die Spitzen der Brennhaare so gleichartig und, man darf hinzufügen, so zweckentsprechend gebaut sind. Noch auffallender wäre es aber, wenn alle pflanzlichen Brennhaare die geschilderten mechanischen Einrichtungen in gleicher Vollkommenheit aufweisen würden. Dies ist nun, den Forderungen der Entwicklungslehre entsprechend, nicht der Fall; es lassen sich vielmehr, wenn man eine grössere Anzahl von Arten und Gattungen überblickt, alle Übergänge von einfachen, köpfchenlosen Brennhaarspitzen bis zu den oben besprochenen Formen nachweisen.

Interessant sind in dieser Hinsicht zunächst die Brennhaare von *Wigandia urens*. (Taf. I, Fig. 15 *a—d*.) Die Mehrzahl derselben ist fein zugespitzt, die Spitze gerade oder etwas gekrümmt. Das sich gleichfalls zuspitzende Lumen endet häufig schon 20 Mikromm. unter der Haarspitze. (Fig. 15*a*.) Daneben treten nun ziemlich häufig Haare auf, deren Spitze sich rascher verjüngt und deren Lumen mit einer Abrundung endet. (Fig. 15*b*.) Diese Haare bilden den Übergang zu jenen Formen, bei welchen mit der Abrundung des Lumens zugleich eine schwache Anschwellung desselben verbunden ist. (Fig. 15*c*.) Damit ist der Beginn der Köpfchenbildung gegeben. Einzelne Haare besitzen nun in der That gerade aufsitzende Köpfchen, welche mit einem kurzen Stachel versehen sind.[1] (Fig. 15*d*.) Ungleichheiten in der Verdickung der Köpfchenwand treten nicht auf.

Verschiedene Übergangsformen finden wir auch bei den Loasaceen. Die Köpfchen der Brennhaare von *Cajophora lateritia* (Taf. II, Fig. 10 und 11) sitzen wie bei *Wigandia urens* gerade

[1] Vgl. die Abbildung in Schleiden's Grundzügen, 2. Aufl., I. Th., pag. 269; ferner Groenland, Bull. de la soc. bot. de France, 14 Bd., 1867, pag. 59; Martinet, Annales d. sciences nat. Bot., 1872, pl. 18, Fig. 212, 213.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

auf; begreiflicherweise ist diese Stellung weniger zweckmässig, als die schiefe Lage des Köpfchens, welche bei allen übrigen Loasaceen, die untersucht wurden, Regel ist. Im unteren Theile des Köpfchens ist aber die Wand sehr häufig schon weniger stark verdickt, so dass das Abbrechen zweifelsohne etwas erleichtert wird. Bei *Loasa hispida* (Taf. II, Fig. 1 und 2) besitzen die Brennhaare bereits schief aufsitzende Köpfchen, doch ist die entsprechende Krümmung der Spitze nicht so bedeutend, wie bei anderen Loasaceen. Die Wände sind in der Regel überall gleich stark verdickt und entsprechen so jenen Bildern, von denen eingangs die Rede war. Nicht selten ist aber auf der concaven Seite die Wand schon weniger stark verdickt. (Taf. II, Fig. 2.) Bei *Loasa tricolor* (Taf. II, Fig. 8, 9) ist die Krümmung der Brennhaarspitze eine bedeutendere, als bei der vorigen Art; das Köpfchen ist meistens von etwas länglicher Form. Was den Grad der Zellwandverdickung betrifft, so kehren dieselben Verhältnisse wieder, wie bei *Loasa hispida*. Das Gleiche gilt auch für die Brennhaare von *Blumenbachia Hieronymi* Urb. (Taf. II, Fig. 3, 4), deren Köpfchen kugelig sind. Die Krümmung der Spitzen ist oft eine sehr bedeutende. An ziemlich zahlreichen Haaren zeigt sich die Wand der concaven Seite beträchtlich verdünnt, während auf der convexen Seite, wie bei den früheren Arten, niemals eine verdünnte Stelle vorhanden ist. Dass jedoch auch bei allseits gleichmässig stark verdickter Membran das Abbrechen des Köpfchens in einer für das Eindringen der Spitze und für die Entleerung des Zellsaftes vortheilhaften Richtung erfolgen kann, lehrt Fig. 3, welche den obersten Theil eines Brennhaares von *Blumenbachia Hieronymi* mit theilweise abgebrochenem Köpfchen darstellt.[1]

Einen weiteren Schritt in der Ausbildung zweckmässig gebauter Brennhaarspitzen haben in der oben beschriebenen Weise die beiden erwähnten *Jatropha*-Arten gemacht. Die Aus-

[1] Nicht unerwähnt will ich lassen, dass bei verschiedenen Loasaceen (z. B. Bei *Loasa hispida* und *Blumenbachia Hieronymi*) (Taf. II, Fig. 12 und 13) die neben den Brennhaaren auftretenden Knötchenhaare nicht selten mit ganz kleinen Köpfchen versehen sind. In welchem Sinne diese Ähnlichkeit mit den Brennhaaren zu deuten ist, lasse ich dahingestellt.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

bildung einer stark verdünnten Wandpartie auf der concaven Seite ist hier bereits zu einer constanten Eigenthümlichkeit geworden.

Mit dem Auftreten einer zweiten verdünnten Wandpartie auf der convexen Seite der gekrümmten Brennhaarspitze, wie sie bei *Loasa papaverifolia* und den *Urtica*-Arten vorkommt, ist dann die weitestgehende Vervollkommnung im Bau der Brennhaarspitze erreicht. Von Interesse ist es, dass auch bei den *Urtica*-Arten hin und wieder Brennhaare zu finden sind, welche auf der concaven Seite ihrer gekrümmten Spitzen die verdünnte Wandpartie nicht aufweisen. (Taf. I, Fig. 11.) Einmal beobachtete ich bei *Urtica dioica* sogar ein Brennhaar, welches köpfchenlos war und mit einer fein ausgezogenen Spitze endigte; hier lag wohl zweifellos eine Rückschlagserscheinung vor.

Mit der Ausbildung der besprochenen Eigenthümlichkeiten des Wandungsbaues ging die stärkere Verdickung des die Verwundung bedingenden Wandungstheiles insoferne nicht parallel, als sie einerseits bei den *Jatropha*-Brennhaaren sehr deutlich vorhanden ist, anderseits wieder bei den Brennhaaren der Nesselarten fehlt. Blos an den Brennhaarspitzen von *Loasa papaverifolia* treten alle diese mechanisch vortheilhaften Einrichtungen vereinigt auf.

II. Das Gift der Brennhaare.

In den meisten Hand- und Lehrbüchern der Botanik, welche in den letzten Jahrzehnten erschienen sind, wird als die giftig wirkende Substanz der Brennhaare — speciell bei den Nesselarten, auf welche auch wir uns im Nachfolgenden beschränken wollen — die Ameisensäure angegeben. Im Jahre 1849 veröffentlichte nämlich Gorup-Besanez eine kurze „Notiz über das Vorkommen von Ameisensäure in den Brennesseln“,[1] deren Inhalt all den vorhin erwähnten Angaben zu Grunde liegt.

Angeregt durch einige von Fr. Will angestellte „mikrochemische und mikroskopische Versuche“, als deren Ergebniss sich angeblich herausstellte, „dass die Hautentzündung erregende

[1] Journal f. praktische Chemie, 48. Bd., pag. 191, 192.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Flüssigkeit in den Haaren der sogenannte Processionsraupe, sowie in den Giftorganen einiger Insekten nichts Anderes sei, wie Ameisensäure", stellte sich Gorup-Besanez die Frage, ob nicht auch die giftige Substanz der pflanzlichen Brennhaare aus der genannten Säure bestehe. Zu diesem Behufe wurden grössere Quantitäten frischen Brennesselkrautes (*Urtica urens* und *dioica*) mit und ohne Schwefelsäure der Destillation unterworfen und thatsächlich festgestellt, dass in den Brennesseln geringe Mengen von Ameisensäure vorhanden sind. „Dies kann aber nicht befremden, wenn man annimmt, dass diese Säure nur in den Brennhaaren enthalten ist, eine Annahme, welche ihre Berechtigung in mikroskopischen Beobachtungen findet, die Will und Lucas anstellten. Wenn nämlich unter dem Mikroskop zur Pflanze Silberlösung gesetzt und gelinde erwärmt wird, so erfolgt die Reduction immer zuerst an der Mündung der Brennhaare." Mit diesen Worten beschliesst Gorup-Besanez seinen Aufsatz.

Wenn es nun auch nach diesen Mittheilungen, sowie nach einigen von mir angestellten mikrochemischen Versuchen, höchst wahrscheinlich ist, dass die stark saure Reaction des Zellsaftes der Brennhaare durch Ameisensäure bedingt wird, so ist damit doch noch keineswegs der Beweis erbracht, dass die Ameisensäure thatsächlich die das Nesseln hervorrufende Substanz ist. Im gleichen Sinne äussert sich auch de Bary.[1] wenn er sagt: „Im Grunde ist also über die hier wirksame Substanz nichts bekannt, nicht einmal, ob sie in der sauren Flüssigkeit oder in dem Protoplasma zu suchen ist".[2]

Bevor ich nun zur detaillirteren Schilderung meiner Versuche übergehe, welche mir über die chemische Natur des Giftes der Brennhaare einigen Aufschluss geben sollten, möchte ich

---

[1] Vergl. Anatomie, pag. 72.

[2] Da beim Eindringen der Brennhaarspitze in die Haut blos die Entleerung von Zellsaft zweifellos sicher ist, so hat man meines Erachtens in dieser Frage von der Annahme auszugehen, dass die giftige Substanz im Zellsafte auftritt. Die von de Bary angedeutete Möglichkeit, dass dieselbe eventuell im Protoplasma zu suchen wäre, könnte erst dann in Betracht kommen, wenn bestimmte Thatsachen gegen die erstere Annahme sprechen würden.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

vorerst noch auf zwei Punkte aufmerksam machen, die schon von vorneherein gegen die Annahme, dass die Ameisensäure das fragliche Gift sei, Bedenken erwecken müssen.

Der Gesammtinhalt eines mittelgrossen Brennhaares von *Urtica dioica* beträgt ungefähr 0·007—0·008 Cub. millim. Wenn man ein Brennhaar, mit welchem man sich soeben in wirksamer Weise gestochen hat, unter dem Mikroskop betrachtet, so sieht man, dass nur ein kleiner Bruchtheil des Zellinhaltes in die Wunde entleert wurde. An Stelle der entleerten Flüssigkeit ist gewöhnlich eine grössere oder kleinere Luftblase in das Haar getreten, deren Grösse ich in einem bestimmten Falle auf 0·0003 Cub. millim. berechnete. Nehmen wir als Maximalgrösse selbst das Doppelte an und machen wir ferner die Annahme, dass der Zellsaft des Brennhaares 10 Gewichtsprocente Ameisensäure enthalte,[1] so gelangen wir zu dem Ergebniss, dass beim Stich eines *Urtica*-Brennhaares höchstens 0·00006 Milligr. Ameisensäure in die Wunde gelangen.[2] Welch überaus giftige Substanz müsste nun die Ameisensäure sein, wenn sie in solch verschwindend geringer Menge, und noch dazu so rasch wirkend, die bekannten Hautentzündungen hervorrufen würde!

Um mir von der entzündungserregenden Eigenschaft der Ameisensäure eine bestimmte Vorstellung zu verschaffen, stellte ich mit einer 11procentigen Lösung einige Impfversuche an. Dieselben wurden, wie auch alle später zu beschreibenden Impfversuche, in der Weise durchgeführt, dass ich mir an der oberen Handfläche oder am Unterarme mit einer vorerst in die betreffende Flüssigkeit getauchten feinen Nadelspitze kleine Hautverletzungen beibrachte. Gewöhnlich wurden die Versuche auch in der Weise variirt, dass ich zunächst einen Tropfen der Flüssigkeit auf die Haut brachte und durch denselben hindurchstach, um eine grössere Menge der betreffenden Substanz in die Wunde zu bringen. Die Wirkung der 11procentigen Ameisensäure-Lösung

[1] Diese Concentration ist jedenfalls eher viel zu hoch als zu niedrig angenommen. Die saueste aller Früchte, die Citrone, enthält blos 6—7% Säure. (Ebermayer, Physiolog. Chemie der Pflanzen, pag. 273).

[2] Der durch die Annahme, dass das specifische Gewicht des Zellsaftes = 1 sei, begangene Fehler kommt hier nicht in Betracht.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

war nun eine weitaus schwächere, als die des Zellsaftes der Nessel-Brennhaare. Das Gefühl des Nesselns war höchst unbedeutend, und die Röthung der Haut beschränkte sich auf eine weit kleinere Fläche, als nach einem Brennhaarstiche. Nur ausnahmsweise kam es zur Bildung kleiner Stippen. Nach 20—30 Minuten waren alle diese Erscheinungen wieder vollkommen verschwunden. Da nun bei diesen Versuchen zweifellos eine grössere Menge von Ameisensäure in die Hautwunde eindrang, als bei dem Stiche eines *Urtica*-Brennhaares, so folgt daraus mit grosser Wahrscheinlichkeit, dass die weit heftigere Wirkung des letzteren nicht auf das Vorhandensein von Ameisensäure im Zellinhalte zurückzuführen ist.

Eine andere Thatsache, welche hier in Betracht kommt, ist die, dass bei einigen tropischen *Urtica*-Arten der Stich der Brennhaare von noch weit intensiveren Wirkungen begleitet wird. In einem 1819 von Leschenault de la Tour, Direktor des k. bot. Gartens zu Pondichery an Jussieu gerichteten Schreiben[1] berichtet derselbe über die Giftwirkung der Brennhaare von *Urtica crenulata* im botanischen Garten von Calcutta. „Ich streifte mit der linken Hand und zwar mit der oberen Fläche der ersten drei Finger nur ganz leise an ein Blatt und fühlte anfangs ein ganz schwaches Brennen, worauf ich nicht achtete. Es war Morgens 7 Uhr, der Schmerz nahm immer zu und war in Zeit von einer Stunde schon nicht mehr auszuhalten. Es war nicht anders als wenn man mit einer glühenden Eisenplatte über die Finger führe. Indessen sah man weder Geschwulst noch Blattern, noch irgend eine Entzündung. Schnell breitete sich der Schmerz über den ganzen Arm bis unter die Achsel aus. Hierauf musste ich häufig niessen und eine Menge Feuchtigkeit floss aus den Nasenlöchern gerade wie bei einem heftigen Schnupfen. Gegen Mittag fühlte ich ein so schmerzhaftes Zusammenziehen in dem hinteren Theil der Kinnladen, dass ich einen Anfall von Starrkrampf fürchten musste. Ich legte mich nieder in der Hoffnung, dass mir die Ruhe gut thun würde; allein die Schmerzen liessen nicht nach, sondern dauerten die ganze folgende Nacht unaufhörlich fort;

---

[1] Dasselbe findet sich auszugsweise in der Flora (Jahrg. 1821, pag. 693 ff), abgedruckt.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

blos das Zusammenziehen der Kinnbacken hatte Abends gegen 8 Uhr nachgelassen. Erst den anderen Morgen folgte merkliche Besserung und ich schlief ein. Die beiden folgenden Tage hatte ich noch viel zu leiden, und die Schmerzen stellten sich augenblicklich in ihrer ganzen Heftigkeit wieder ein, als ich die Hand in's Wasser steckte. Nach und nach wurden sie immer schwächer, verloren sich aber nicht eher gänzlich, als bis den neunten Tag".

Leschenault berichtet dann noch über einen zweiten Fall, welcher unter ganz denselben Symptomen verlief. Er erwähnt dann noch *Urtica stimulans* auf Java, welche gleichfalls sehr giftig ist und spricht schliesslich von einer dritten Species, welche auf der Insel Timor vorkommt und von den sie sehr fürchtenden Einwohnern Daoun setan (Taufelsblatt) genannt wird. Schleiden[1] führt diese Art unter der Bezeichnung *Urtica urentissima* an und erwähnt, dass der Stich ihrer Brennhaare Jahre lang andauernde Schmerzen hervorrufe, die besonders bei feuchtem Wetter unerträglich werden, ja bisweilen sogar den Tod (durch Starrkrampf) nach sich ziehen können.

Auch die Brennhaare von *Laportea gigas*, welche hin und wieder in Europa, z. B. im botanischen Garten zu Berlin cultivirt wird, zeichnen sich, wie mir Herr Prof. Eichler brieflich mittheilte, dadurch aus, dass sie bei ihrer Berührung ein besonders heftiges Brennen verursachen. Bemerkenswerth ist dabei, dass die Brennhaare dieser Pflanze kleiner und unansehnlicher sind, als die unserer einheimischen Nesselarten. Auch von *Urtica crenulata* heisst es in Leschenault's oben citirtem Briefe, dass auf den Blattflächen und an den Blüthenstielen „kaum einige kleine Haare" zu sehen sind. Hieher gehört auch die Angabe O. Kuntze's,[2] dass „gerade die gefährlichsten Urticaceen-Bäume Blätter mit kleiner, unscheinbarer Behaarung" besitzen. Man sieht hieraus, dass es in erster Linie auf den specifischen Charakter und nicht auf die Quantität des entleerten Giftes ankommt.

Wenn man nun für die geschilderten Giftwirkungen der Brennhaare einiger tropischer Urticaceen gewiss nicht die

---

[1] Grundz. der wissensch. Botanik. II. Aufl., 1. Th., pag. 269.

[2] Die Schutzmittel der Pflanzen. Leipzig 1877. pag. 35.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Ameisensäure verantwortlich machen kann, sondern für diese Arten die Existenz specifischer Giftstoffe anzunehmen gezwungen ist, so liegt der Analogieschluss sehr nahe, dass auch bei unseren einheimischen Nesselarten die giftige Substanz der Brennhaare nicht mit der Ameisensäure identisch ist.

Ich gehe nunmehr zur Besprechung jener Versuche über, welche ich zur Entscheidung der aufgeworfenen Frage angestellt habe.

Wenn man einige, von der lebenden Pflanze *(Urtica dioica)* frisch abgeschnittene Brennhaare mit einer Nadelspitze zerdrückt und zerquetscht, so dass ein Theil des Haarinhaltes an der Nadel haften bleibt und sich dann nach einiger Zeit mit der inzwischen vollkommen trocken gewordenen Nadelspitze sticht, so stellt sich nach wenigen Sekunden das charakteristische Nesselgefühl ein, verbunden mit Röthung der Haut und Stippenbildung. Da nun von dem an der Nadelspitze haften gebliebenen Haarinhalte die flüchtige Ameisensäure mit dem Wasser vorher verdampfte, so ergibt sich aus diesem Versuche: 1) dass das Gift der Brennhaare nicht Ameisensäure ist und 2), dass dieses Gift nur eine nicht flüchtige Substanz sein kann.

Einige weitere Anhaltspunkte gab mir folgende Beobachtung: Wenn man ein mit Brennhaaren versehenes Stengelstück oder ein Blatt von *Urtica dioica* 10—20 Sekunden lang in siedendes Wasser taucht und dann die Brennhaare untersucht, so findet man, dass nunmehr im Zellsaftraum der Brennhaarzelle ein substanzreiches, feinkörniges Coagulum vorhanden ist, welches eine maschige Structur zeigt und das früher durchscheinende Haar ganz undurchsichtig macht. (Taf. I, Fig. 8.) Schon dem freien Auge fällt die weissliche Färbung des abgebrühten Brennhaares auf. Besonders dicht ist das Coagulum im unteren, blasig erweiterten Haarende. Die nahe liegende Vermuthung, dass es sich hier um einen coagulirten Eiweisskörper — ein Pflanzenalbumin — handle, welcher früher im Zellsafte gelöst war, wird durch die Resultate der mikrochemischen Untersuchung bestätigt. Brennhaare, welche sich eine zeitlang in Alkohol befanden, weisen im Zellsaftraum gleichfalls einen reichen, feinkörnigen Niederschlag auf, welcher in Wasser unlöslich ist und durch das

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Millon'sche Reagens intensiv roth gefärbt wird.[1] Das durch Kochen entstandene Coagulum zeigt bei Anwendung dieses Reagens eine ziegelrothe, häufiger blos eine rothbraune Färbung. Die Raspail'sche Reaction (Zuckerlösung und Schwefelsäure) führt gewöhnlich zu keinem befriedigenden Ergebniss. Doch habe ich nach unmittelbarem Zusatz von Schwefelsäure eine sehr lebhaft rosenrothe Färbung des Zellsaftes frischer Brennhaare beobachtet, als ich im Spätherbste einige *Urtica*-Pflanzen aus dem Freien in das geheizte Zimmer gebracht und hier einige Tage lang stehen gelassen hatte. Legt man Brennhaare mit geöffneter Spitze in eine Lösung von Kupfersulfat oder von essigsaurem Blei und bringt man durch einen leichten Druck auf das Deckglas den Zellsaft des Brennhaares zur Entleerung, so bildet sich sofort in der Umgebung der Haarspitze ein gelbbrauner, dichter, sehr feinkörniger Niederschlag. Concentrirte Salpetersäure bewirkt Gelbfärbung des durch Alkoholzusatz oder durch Kochen entstandenen Niederschlages. Jodtinctur bewirkt eine gelbbraune Färbung.

Der so beträchtliche Eiweissgehalt des Zellsaftes der Nessel-Brennhaare, welcher schon an und für sich bemerkenswerth ist, durfte bei den Versuchen, die Natur des Brennhaar-Giftes näher zu bestimmen, nicht ausser Acht gelassen werden. Es wird sich gleich zeigen, in welcher Hinsicht dieser Eiweissgehalt für die vorliegende Frage von Bedeutung ist.

Nachdem die Veränderung erkannt war, welche der Zellsaft der Brennhaare durch die Siedespitze erleidet, musste natürlich festgestellt werden, ob abgebrühte Brennhaare noch im Stande sind eine Hautentzündung hervorzurufen. In dieser Beziehung ergab sich nun Folgendes: Brennhaare, welche 10—20 Sekunden lang in siedendem Wasser verweilten, haben ihre entzündungserregende Eigenschaft eingebüsst oder dieselbe ist mindestens um ein Bedeutendes abgeschwächt worden. Es war nun von vorneherein ziemlich wahrscheinlich, dass dieses Verhalten der Brennhaare mit der Coagulirung des Eiweisskörpers des Zellsaftes in irgend einem Zusammenhange steht, und es frug sich jetzt, was für Möglichkeiten in dieser Hinsicht vorhanden sind.

[1] Um dem Reagens den Eintritt in das Brennhaar zu erleichtern, ist es nothwendig, das etztere mit der Nadelspitze stellenweise zu zerquetschen, oder es in einige Stücke zu zertheilen.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Zunächst wäre es möglich, wenn auch gewiss nicht wahrscheinlich, dass die im Zellsafte gelöste eiweissartige Substanz mit dem gesuchten Gifte identisch ist: beim Kochen coagulirt dieselbe und wird so unwirksam. Eine andere Möglichkeit ist die, dass das im Zellsafte gelöste Gift von dem coagulirenden Eiweiss nach Art eines Enzyms (oder „ungeformten Fermentes“) niedergerissen und so unwirksam gemacht wird. Es ist aber auch denkbar, dass der Verlust der entzündungserregenden Eigenschaft des Brennhaarinhaltes mit der Coagulirung der Eiweisssubstanz weder in einem directen noch in einem indirecten Zusammenhange steht. Die Siedehitze zerstört eben das Gift, wie ja dieselbe bekanntlich auch die meisten Enzyme zerstört und unwirksam macht.[1]

Das weitere Untersuchungsverfahren musste also darauf gerichtet sein, zu entscheiden, ob der im Zellsafte gelöste Eiweisskörper das zu eruirende Gift ist, oder ob dasselbe als besondere Substanz neben dem Eiweisskörper auftritt. Betreffs dieser letzteren Eventualität war die Vermuthung nicht ungerechtfertigt, dass es sich hier vielleicht um eine ferment- oder enzymartige Substanz handle. Bei dem Umstande, dass durch Alkohol niedergeschlagene Eiweisskörper in Wasser nicht wieder löslich sind, während sich die durch Alkohol gefällten Enzyme in Wasser gewöhnlich neuerdings lösen, war das weitere Untersuchungsverfahren klar vorgezeichnet.

Eine grössere Anzahl (circa 200) frischer Brennhaare[2] wurde in einem Uhrglase mit einigen Tropfen destillirten Wassers zerrieben; dann wurde 95%iger Alkohol zugesetzt, abfiltrirt, der Rückstand mit Alkohol gewaschen und nach der Trocknung wieder mit einigen Tropfen destillirten Wassers behandelt. Um eine concentrirtere Lösung zu erhalten, liess ich einen Theil des Wassers verdunsten; mit dem Reste der Flüssigkeit wurden nunmehr Impfversuche durchgeführt, und zwar in der Regel mit mehr

[1] Die vierte Möglichkeit, dass das gelöste Gift durch Diffusion aus dem getödteten Brennhaare entwichen sei, ist wegen der Kürze der Zeit und der beträchtlich verdickten Zellwände kaum ernstlich in's Auge zu fassen.

[2] Die Brennhaare wurden bei diesem, wie bei den später zu beschreibenden Versuchen mit dem Rasirmesser an ihren Insertionsstellen abgeschnitten.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

oder minder positivem Erfolge: Es stellte sich das Gefühl des Nesselns ein, die Haut röthete sich und zuweilen kam es auch zur Bildung kleiner Stippen. Dass die Reaction keine so ausgesprochene war, wie wenn man direct vom Brennhaar gestochen wird, erscheint begreiflich, da die Lösung des Giftes natürlich eine geringere Concentration besass. Auch ist es nicht unwahrscheinlich, dass das Gift, gleichwie verschiedene Enzyme, durch Alkohol in seiner Wirksamkeit geschädigt wird.

Weil die Ausführung dieses Versuches etwas umständlich ist und sein Ergebniss nicht so deutlich sprach, als wünschenswerth war, so habe ich denselben in folgender Weise modificirt, respective vereinfacht: Frische Brennesselpflanzen wurden in 95%igen Alkohol gebracht und in demselben 14 Tage lang liegen gelassen. Nach Ablauf dieser Zeit zerrieb man eine grössere Anzahl ihrer Brennhaare mit ein bis zwei Tropfen destillirten Wassers, liess die Lösung zu grösserer Concentration eindunsten und stellte mit ihr nunmehr Impfversuche an. Das Resultat war noch entschiedener als bei dem früheren Versuche, die Hautentzündung stellte sich in verstärktem Maasse ein.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich Folgendes: 1) der bereits früher bewiesene Satz, dass das Gift der Brennhaare nicht mit der Ameisensäure identisch ist, erscheint hiermit bestätigt; 2) der im Zellsafte des Brennhaares gelöste Eiweisskörper ist gleichfalls nicht als das fragliche Gift anzusprechen; 3) dieses letztere ist vielmehr eine Substanz, welche gleich einem Enzym durch Alkohol fällbar und in Wasser neuerdings löslich ist. Damit ist auch die Möglichkeit, dass ein Alkaloid vorliege, ausgeschlossen.

Eine weitere Ähnlichkeit des Brennhaargiftes mit den Enzymen ergibt sich aus Folgendem. Bekanntlich lassen sich die Enzyme aus den betreffenden pflanzlichen oder thierischen Organen durch Glycerin extrahiren; hierauf beruht auch das von Wittich, Hüfner u. A. mit bestem Erfolge angewendete und in verschiedener Weise variirte Verfahren zur Darstellung wirksamer Enzympräparate. Um zu erfahren, ob sich das Brennhaargift ähnlich verhalte, zerrieb ich eine grössere Anzahl (60—80) von Brennhaaren einer in 95%igen Alkohol gelegenen

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Nesselpflanze mit einem kleinen Tropfen syrupdicken Glycerins und nahm dann nach einer Stunde die Impfversuche vor. Dieselben ergaben dasselbe positive Resultat wie die vorhin erwähnten Versuche. Der einzige Unterschied bestand darin, dass sich das Brennen und die Röthung der Haut erst nach einigen Minuten einstellten. Fast ausnahmslos bildeten sich auch kleine Stippen.

Die vorliegenden Angaben beziehen sich zunächst auf *Urtica dioica*, doch zweifle ich nicht, dass die übrigen Nesselarten sich gleich verhalten. Bei *Laportea gigas* wird im Zellsaft der Brennhaare durch Kochen gleichfalls ein dichtes Eiweiss-Coagulum ausgeschieden. Alkoholexemplare von *Loasa papaverifolia* zeigen im Zellsaftraum ihrer Brennhaare den gleichen dichten Niederschlag, wie die *Urtica*-Brennhaare. Ausserdem treten hier noch bisweilen grosse Sphärokrystalle auf, die ich jedoch nicht näher untersucht habe. Bei *Loasa hispida* sind die coagulirten Massen stellenweise besonders substanzreich und bilden förmliche Pfropfen von gelbbrauner Farbe. Diese Thatsachen lassen vermuthen, dass das Brennhaargift der Loasaceen dem Brennesselgift sehr ähnlich ist.

Vorläufig scheint mir also festzustehen, dass das entzündungerregende Gift der Brennhaare von *Urtica dioica* eine Substanz ist, welche sich in Bezug auf manche Eigenschaften den ungeformten Fermenten oder Enzymen anschliesst. Eingehendere Untersuchungen müssen lehren, wie weit diese Ähnlichkeit geht, und ob man hier thatsächlich von einem „enzymotischen Gifte" sprechen darf. Dem physiologischen Chemiker eröffnet sich hier ein vielleicht nicht undankbares Arbeitsgebiet.[1]

Ich habe jetzt noch einige Fragen mehr secundärer Natur zu besprechen, welche mit unserem Gegenstande zusammenhängen.

[1] Es wird sich jetzt unter Anderem auch fragen, ob die wirksame Substanz der Brennhaare und Giftorgane verschiedener Insekten in der That Ameisensäure ist, wie gewöhnlich behauptet wird, oder ob es sich

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Die eine dieser Fragen betrifft die chemisch-physiologische Bedeutung des so beträchtlichen Eiweiss gehaltes im Zellsafte der untersuchten Brennhaare. Die Annahme, dass der betreffende Eiweisskörper mit der Entstehung des Giftes in einem Zusammenhange steht, ist jedenfalls der Erwägung werth. Bei dem Umstande, dass die Enzyme den Eiweissstoffen nahe verwandt sind und sehr wahrscheinlich aus diesen durch chemische Umänderung hervorgehen, liegt die Vorstellung nahe, dass der im Zellsaft gelöste Eiweisskörper die Muttersubstanz des Giftes ist; dem lebenden Plasma des Brennhaares käme sodann die Aufgabe zu, den chemischen Vorgang anzuregen, der zur Entstehung des Giftes führt.

Eine Frage für sich ist es ferner, ob die im Zellsaft gelösten Eiweissmengen an Ort und Stelle, d. h. im Brennhaare selbst gebildet wurden, oder ob sie demselben von dem betreffenden Mutterorgane zugeführt worden sind. Ohne der Beantwortung dieser Frage vorgreifen zu wollen, möchte ich doch das Erstere für wahrscheinlicher halten.

Wir haben ferner nochmals auf die Ameisensäure in den Nessel-Brennhaaren zurückzukommen, vorausgesetzt, dass die stark saure Reaction ihres Zellsaftes thatsächlich auf dem Vorhandensein dieser Säure beruht. Wenn man erwägt, wie leicht bei der Oxydation verschiedener organischer Substanzen, besonders der Eiweissstoffe und Kohlehydrate, Ameisensäure gebildet wird, so liegt die Auffassung dieser letzteren als eines unvollständigen Oxydationsproductes sehr nahe; die lebhaften Plasmaströmungen

---

hier nicht um ähnliche Gifte handelt, wie bei den pflanzlichen Brennhaaren. Für letztere Annahme sprechen Beobachtungen von Th. Goossens. (Annales de la société entomologique de France, 6. Serie, I. Bd.; Referat in Maly's Jahresbericht über die Fortschritte der Thierchemie, 1882, pag. 330.) Derselbe erwähnt zunächst, dass Raupen von *Cnethocampa, Ocneria* u. A. die Fähigkeit besitzen, bei ihrer Berührung ein heftiges Jucken zu erzeugen und Störungen im Organismus hervorzurufen, die sich bis zum Fieber steigern, ja selbst den Tod veranlassen können. Das aus besonderen Drüsen entströmende Sekret hängt sich an die benachbarten Haare, wo es zu Staub vertrocknet. Als der Verfasser solchen Staub von *Cnethocampa pityocampa* auf die befeuchtete Hand brachte, so ergriff unter bedeutendem Aufschwellen den ganzen Körper ein unerträgliches Jucken.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

in den Brennhaaren deuten auf lebhafte Athmung hin und bei dem Umstande, dass die Versorgung der nahezu allseitig stark verdickte Membranen besitzenden Brennhaarzelle mit Sauerstoff keine sehr rasche sein dürfte,[1] erscheint die obige Auffassung um so berechtigter. Es würde sonach der Ameisensäure in den Nessel-Brennhaaren dieselbe Bedeutung im Stoffwechsel zukommen, wie den übrigen organischen Säuren in Pflanzenzellen.[2] Auffallend bleibt es jedoch immerhin, dass in den Brennhaaren gerade die sonst nicht eben häufige Ameisensäure auftritt, zumal wenn man bedenkt, dass auch in den Brennhaaren und Giftorganen verschiedener Insekten Ameisensäure nachgewiesen wurde. Es scheint hier eine gewisse Gleichartigkeit der Stoffwechselprocesse vorzuliegen, vorausgesetzt, dass von den betreffenden Thieren Gifte erzeugt werden, welche den pflanzlichen Brennhaargiften ähnlich sind. In diesem Falle würde also die Ameisensäure gewissermassen ein Nebenproduct bei der Bildung dieser giftigen Substanzen vorstellen.

So wie die Bedeutung der übrigen Pflanzensäuren mit dem Hinweise auf ihre Stellung im Stoffwechsel noch nicht erschöpfend gewürdigt ist, so gilt dies auch betreffs der Ameisensäure der Brennhaare. Seit den Untersuchungen von de Vries und Anderen gilt es bekanntlich als feststehend, dass die organischen Säuren, respective deren Salze, in Folge ihrer bedeutenden osmotischen Leistungsfähigkeit für den Turgor der Zellen von grosser Wichtigkeit sind. Wie nun bereits Duval-Jouve[3] gezeigt hat, ist der beträchtliche Turgor der Brennhaarzelle für die Entleerung des giftigen Zellinhaltes von Bedeutung. Wenn man nach dem Vorgange des genannten Forschers mit einer Nadelspitze das Köpfchen eines Nessel-Brennhaares berührt, so bricht dasselbe ab und aus der Öffnung tritt ein kleines Tröpfchen Zellsaft

---

[1] Ich halte es nicht für undenkbar, dass die relativ weit hinabreichende, stark verdünnte Wandungspartie auf der concaven Seite der Brennhaarspitze von *Jatropha urens* und *stimulata*, sowie von *Loasa papaverifolia* abgesehen von ihrer mechanischen Bedeutung auch noch als Aufnahmsstelle für Sauerstoff zu fungiren hat.

[2] Vergl. Sachs. Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, pag. 488; ferner O. Warburg, Berichte der deutsch. bot. Gesellsch. 1885, pag. 280 ff.

[3] L. c. p. 44 ff.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

aus. Bisweilen wird dasselbe förmlich ausgespritzt. Nach Duval-Jouve soll sich dabei der Durchmesser des eigentlichen Haares (poinçon) um $^1/_{15}$ bis $^1/_{20}$ verringern, während der Durchmesser des blasig erweiterten Haarendes (bulbe) angeblich der gleiche bleibt. Bei dem Umstande, dass die Wandungen des Haares bis zur Anschwellung hinab verkieselt, respective verkalkt sind, während die Membran des Bulbus aus verhältnissmässig reiner Cellulose besteht, möchte man eher das Umgekehrte erwarten. In der That habe ich nach dem Abbrechen des Köpfchens niemals eine Verengerung des eigentlichen Haares constatiren können, wohl aber eine Verkleinerung des Querdurchmessers des Bulbus um 2—5%; häufig liess jedoch auch dieser unterste Theil der Brennhaarzelle keine Dimensionsänderung erkennen.[1] Jedenfalls ist dieser Punkt noch einer genaueren Untersuchung bedürftig. Uns genügt es jedoch zu wissen, dass die zur Ejaculation des Zellsaftes erforderliche Kraft durch Turgorspannung erzielt werden kann, womit aber nicht gesagt ist, dass die Mechanik der Entlerung eines Theiles des Zellinhaltes ausschliesslich und immer die eben geschilderte ist, wie Duval-Jouve behauptet. Zweifellos kommt die von älteren Forschern, z. B. von Bahrdt, angenommene Mechanik dieses Vorganges, wonach die Entleerung eines Theiles des Zellsaftes auf den Druck zurückzuführen ist, welchen das blasig erweiterte Ende der Zelle durch den berührenden Körper erfährt, gleichfalls zur Geltung. Es geht dies unter Anderem sehr deutlich aus der Thatsache hervor, dass man sich mit ein und demselben Brennhaare zweimal hintereinander in wirksamer Weise stechen kann. Selbstverständlich ist beim zweiten Stiche, welcher nicht minder wirksam ist als der erste, die Mitwirkung der Turgorspannung ausgeschlossen; die Entleerung des Giftes erfolgt ausschliesslich nach dem zweiterwähnten Modus. Der gewöhnliche Fall wird allerdings der sein, dass sich die Mechanik der Entleerung aus beiderlei Arten combinirt. Bei sehr leiser Berührung des Brennhaares, die zur Hervorrufung der Hautentzündung oft schon ausreicht, wird

[1] Dies war auch bei jenem Brennhaare der Fall, welches zur oben (pag. 132) erwähnten Bestimmung der beim Stiche entleerten Zellsaftmenge diente.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

dagegen die Ejaculation des Zellsaftes ausschliesslich oder doch hauptsächlich auf Rechnung der Turgorspannung zu setzen sein.

Zum Schlusse möchte ich noch auf die den Becher des Nessel-Brennhaares bildenden Zellen zu sprechen kommen, welche den Bulbus der Brennhaarzelle umschliessen. (Taf. I, Fig. 6.) Dieselben sind stark plattgedrückt und bilden im oberen Theile des Bechers eine, im unteren gewöhnlich zwei Lagen. Von den älteren Autoren sind diese Zellen häufig als Drüsenzellen angesprochen worden, welche das Gift des Brennhaares secerniren. Es weist jedoch nichts auf eine derartige Function hin: Ihr Zellsaft bleibt nach dem Abbrühen des Brennhaares ungetrübt, enthält also keine constatirbaren Eiweissmengen und auch sein Säuregehalt kann kein beträchtlicher sein, was aus dem Umstande zu folgern ist, dass die Chlorophyllkörner dieser Zellen auch nach dem Abbrühen ihre grüne Farbe unverändert behalten.[1] Wie ich schon bei früherer Gelegenheit[2] hervorgehoben habe, zeichnen sich die in Rede stehenden Zellen durch einen verhältnissmässig beträchtlichen Chlorophyllgehalt (30—40 Körner pro Zelle) aus, so dass dieselben wahrscheinlich als localer Assimilationsapparat des Brennhaares aufzufassen sind. Hiefür spricht auch der Umstand, dass an den verdickten Seitenwänden des Bulbus zahlreiche runde oder quer elliptische Tüpfel auftreten, welche auf einen lebhaften Stoffverkehr zwischen der Brennhaarzelle und den Zellen des Bechers hindeuten. Bemerkenswerth ist, dass die Tüpfel am Grunde des Bulbus fehlen oder doch spärlich auftreten, was sich nach unserer Auffassung dadurch erklärt, dass die hier angrenzenden Zellen im Inneren der das Brennhaar tragenden Gewebesäule chlorophyllärmer sind.

---

[1] Wie Wiesner gezeigt hat (Elemente der Anat. und Physiol. von Pflanzen, pag. 229), nehmen grüne Laubblätter von *Oxalis acetosella*, wenn man dieselben in kochendes Wasser taucht, alsbald eine bräunliche Färbung an; die Säure des Zellsaftes kann nunmehr, da das Protoplasma getödtet ist, bis zu den Chlorophyllkörnern gelangen und verfärbt dieselben.

[2] Pringsheim's Jahrbücher für wissensch. Botanik, XIII. B. p. 168.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1, 2, 3 Brennhaarspitzen von *Urtica dioica*. In Fig. 1 bezeichnet die punktirte Linie *ab* die Abbruchstelle des Köpfchens. Vergr. 560.

„ 4. Brennhaarspitze von *Urtica dioica* nach dem Abbrechen des Köpfchens. Vergr. 560.

„ 5. Oberer Theil des Brennhaares von *Urtica dioica*. Die weiss gelassenen Wandungstheile sind verkieselt; die grau gefärbten mit kohlensaurem Kalk imprägnirt. Vergr. 520.

„ 6. Längsschnitt durch den Bulbus und die becherförmige Emergenz eines Brennhaares von *Urtica dioica*. Vergr. 205.

„ 7. Unterer Theil eines Brennhaares von *Urtica dioica* nach Zusatz von Schwefelsäure. Die nicht verkalkte Wandung des Bulbus und die darangrenzenden Membranpartien des Haares, in welchen der kohlensaure Kalk bereits gelöst ist, erscheinen stark gequollen. Vergr. 90.

„ 8. Partie eines abgebrühten Brennhaares von *Urtica dioica;* im Zellsaft hat sich ein Eiweiss-Coagulum ausgeschieden. Verg. 170.

„ 9, 10, 11. Brennhaarspitzen von *Urtica urens*. Vergr. 540.

„ 12. Brennhaarspitze von *Urtica pilulifera*. Vergr. 620.

„ 13. Brennhaarspitze von *Urtica membranacea*. Vergr. 520.

„ 14. Brennhaarspitze von *Laportea gigas*. Vergr. 490.

„ 15*a*—*d* Brennhaarspitzen von *Wigandia urens*, die successiven Übergangsformen von köpfchenlosen bis zu köpfchentragenden Brennhaarspitzen darstellend. Vergr. 530.

Tafel II.

Fig. 1 und 2. Brennhaarspitzen von *Loasa hispida*. Vergr. 400.

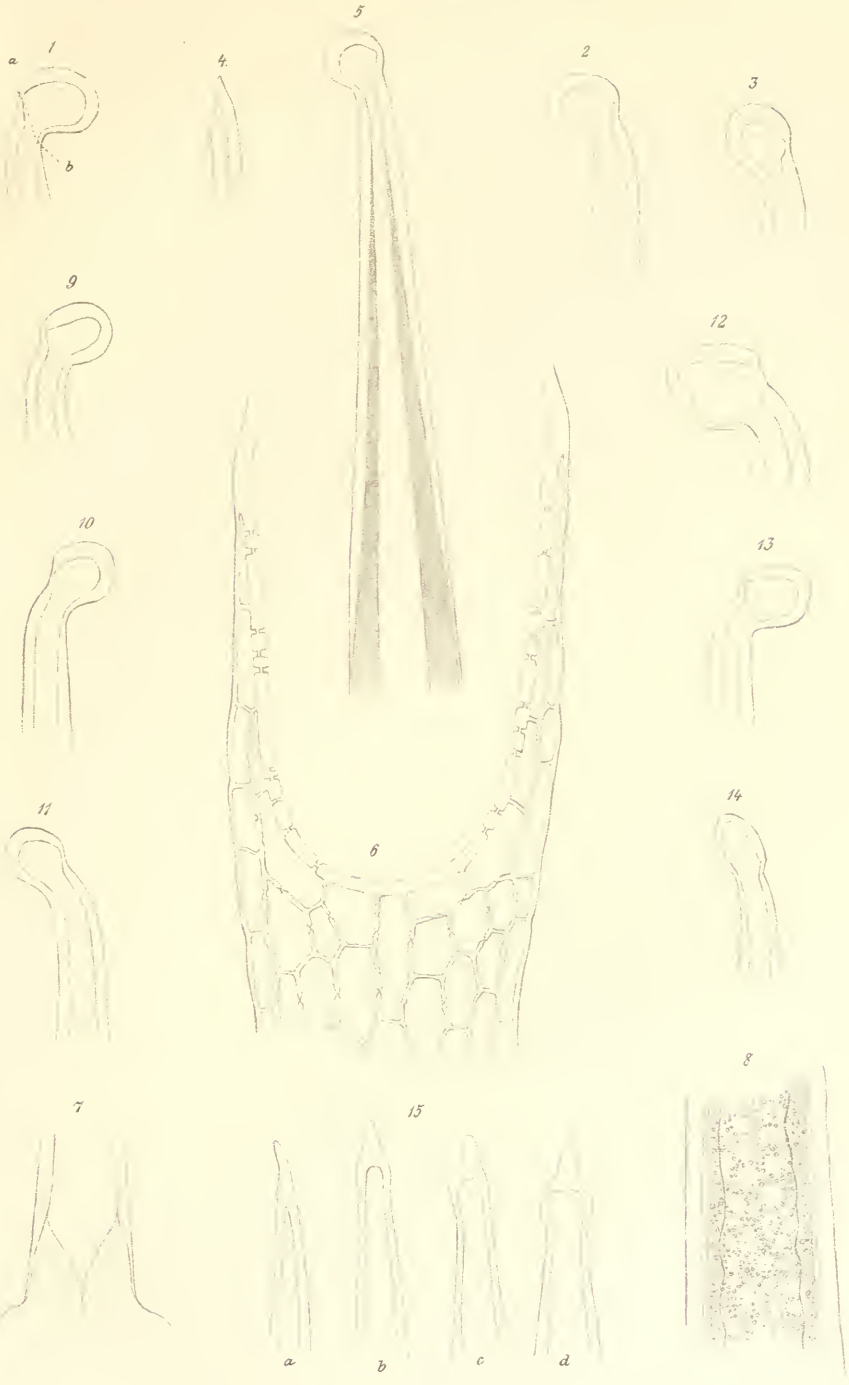
„ 3 und 4. Brennhaarspitzen von *Blumenbachia Hieronymi*. Fig. 3 mit theilweise abgebrochenem Köpfchen. Vergr. 410.

„ 5, 6, 7. Brennhaarspitzen von *Loasa papaverifolia*. Fig. 7 nach dem Abbrechen des Köpfchens. Vergr. 550.

„ 8 und 9. Brennhaarspitzen von *Loasa tricolor*. Vergr. 480.

„ 10 und 11. Brennhaarspitzen von *Cajophora lateritia*. Vergr. 520

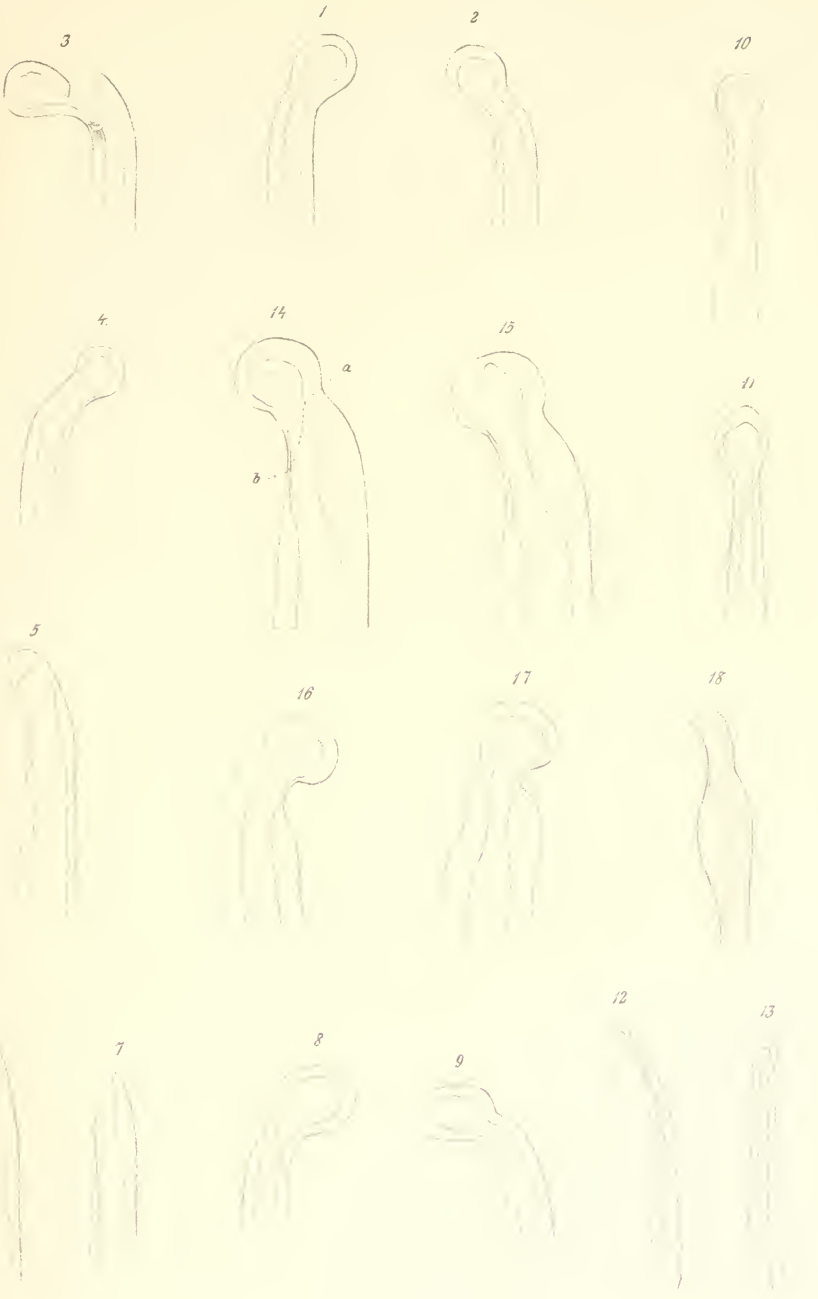
Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum



Autor del. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum



Autor del.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Fig. 12. Oberes Ende eines Knötchenhaares von *Blumenbachia Hieronymi*.
„ 13. Desgleichen von *Loasa hispida*. Vergr. 440.
„ 14, 15, 16. Brennhaarspitzen von *Jatropha stimulata*; Fig. 14 stellt den typischen Fall dar; die gestrichelte Linie *a—b* gibt die Abbruchlinie des Köpfchens an. Vergr. 220.
„ 17. Abnorme Brennhaarspitze von *Jatropha stimulata*. Vergr. 220.
„ 18. Wandungspartie von der convexen Seite einer Brennhaarspitze von *Jatropha stimulata* nach Behandlung mit verdünnter Kalilauge. Vergr. 260.